

DEM 情報を用いた内水氾濫および土砂災害危険地区の抽出

(独)国立高専機構 岐阜工業高等専門学校 正会員 ○和田 清・野原 里恵
(公財)岐阜県建設研究センター・岐阜県ふるさと地理情報センター 馬淵 洋介

1. はじめに

近年、ゲリラ豪雨のような空間・時間的に集中する降水や台風などにより、洪水氾濫や斜面崩壊による土砂災害が頻発し甚大な被害が発生している。また、都市域の土地利用変化により洪水時の遊水機能が低下し、内水氾濫が長期化しているのが現状である。外水氾濫による洪水ハザードマップの公表は各自治体に義務づけられているが、内水氾濫ハザードマップの公表数は低く、降水量が流域施設の排水処理能力を上回ると水はけが悪くなり、建物や道路などに浸水被害を増大させることになる。本研究では、過去に洪水氾濫や土砂災害により被災した大垣市を対象として、標高データ (DEM) や地形図などを用いた GIS による地形解析を行い、洪水の市街地への流路や危険な斜面を流下する谷筋の経路などを抽出し、洪水被災実績や土砂災害危険情報などに関連づけて安全性向上への情報提供を目的とする。

2. 研究方法

(1) 対象地域

大垣市は伊勢湾の揖斐川河口から約 40km の内陸部に位置しながら、市街地の平均標高は約 5m である。また、東に揖斐川、西に杭瀬川 (旧揖斐川)、市内を水門川、中之江川、新規川などが貫流し、大垣市内には 31 箇所 (ポンプ施設 87 台) の排水機場が設置されている。このように大垣市は古くからの洪水常襲地帯であり、河川に通じる排水路により内水排除されるが、幹線排水路のほとんどは洪水時の水位上昇に伴い自然流下が期待できず機械による強制排水となっている。また、大垣市北部や上石津地区には土砂災害 (特別) 警戒区域が指定されている。

(2) 使用するデータ

岐阜県から入手した 2m メッシュの DEM (Digital Elevation Model) データをベースとして、2004 年 10 月 20 日の台風 23 号による浸水実績図、大垣市が作成した輪中マップから輪中の存置・分断箇所を抽出し、急傾斜地の崩壊や土石流、地滑りなどについて土砂災害 (特別) 警戒区域などを重ねることにより、微地形を考慮した災害ポテンシャルの高い地域を抽出することができる。また、国土地理院の地形図 (明治 24 年～現在) を時系列的に重ね合わせることで、旧河道や湿地帯などの宅地化や土地利用形態の変化と災害ポテンシャルの関係について検討した。

(3) 流路および谷筋の経路データの作成方法

流路データは、2mDEM を用いて、ArcGIS の水文解析ツールを利用して作成した。この解析では、2mDEM を平滑化した後、各セルから最も急な降下傾斜となる近接セルへの流れ方向を示す「流向ラスタ」を作成し、それらを累積することで各セルに流れ込むすべてのセルの数を示す「累積流量ラスタ」を求めた¹⁾。累積流量ラスタとは、河川や低地における流水経路を可視化したものである。ここで、市街地へ洪水流が拡大する流路や危険な斜面を流下する谷筋の経路が認識される累積流量のセル (閾値) を抽出し、そのセルを繋いだベクトルデータを生成した。なお、この閾値の設定は解析結果に影響を及ぼすため、 $10^2 \sim 10^5$ セルの範囲で感度分析を行い河川や道路網、輪中堤などの流れに影響を及ぼす微地形 (凹凸) を考慮し、浸水実績図エリアや土砂災害 (特別) 警戒区域との比較検討を行った。

3. 結果および考察

(1) 浸水実績と累積流量ラスタ

図-1 は、ArcGIS を用いて累積流量ラスタと浸水実績図 (2004 年) を重ねたものである (閾値: 10^5 セル)。図中、緑色の線は主要な河川網を示しており、揖斐川本川、市街地を流れる杭瀬川、大谷川などと累積流量ラスタ (赤線) の対応関係が一致している。また、これらの主要河川に注ぐ累積流量ラスタは東側の中心市街地に比べて西側で顕在化していることがうかがえる。浸水実績図 (青色) からわかるように、その浸水面積は流域面積の大きい西側において拡大しており、河川上流部の累積流量ラスタの流路網が複雑となっている。一方、西側の中心市街地を流れる水門川、中之江川、新規川の流域では、累積流量ラスタの閾値設定が高いため、累積流量ラスタの流路網が出現していない。

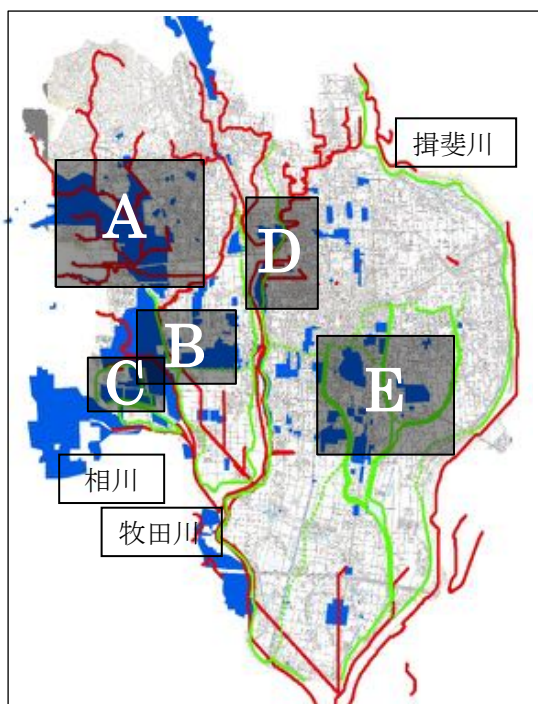


図-1 浸水実績と累積流量ラスタ(大垣市)

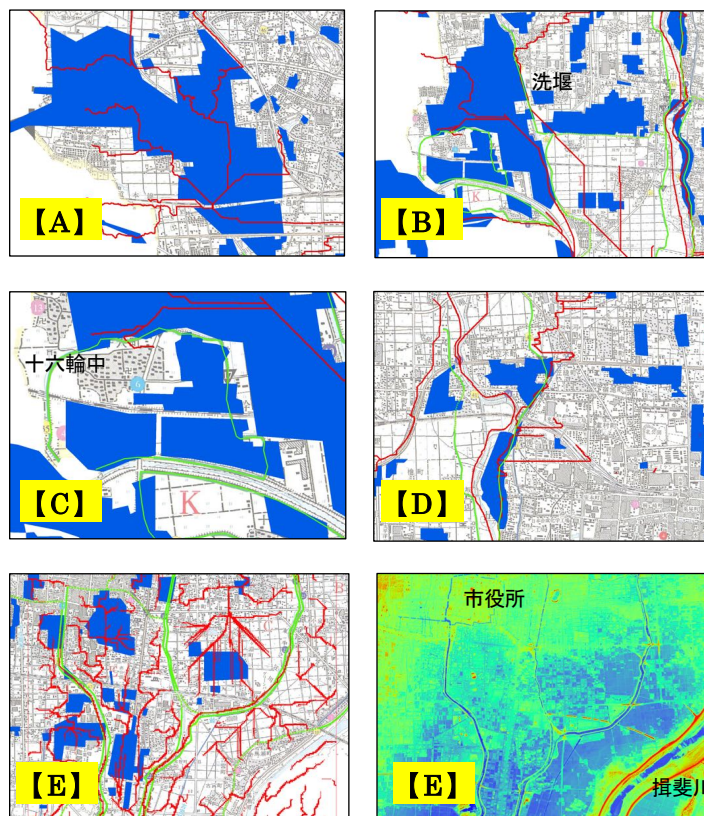


図-2 累積流量ラスタとDEM データ(小領域)

図-2 は、図-1 に示した小領域 A～E における累積流量ラスタと浸水実績の関係を示したものである。ここで、A:大垣市北西部、B:荒崎地区、C:十六輪中地区、D:笠木町周辺、E:市街地下流部であり、領域 E については、累積流量ラスタの閾値を 10^3 セルに設定し、DEM データを併記した。同図から、領域 A では累積流量ラスタの流路網に沿って浸水域が拡大していること、洗堰が設置されている大谷川周辺の領域 B では、洗堰に向かう流路ベクトルが顕在化しており下流部ほど湛水しやすい状況となっている。また、十六輪中で囲まれた領域 C は平坦な地形のため累積流量ラスタは明らかではない。領域 D では河川以外の流路ベクトルが出現している。領域 E については、閾値を低下させることにより流路ベクトルが顕在化し、微地形の凹凸に大きく左右されている。

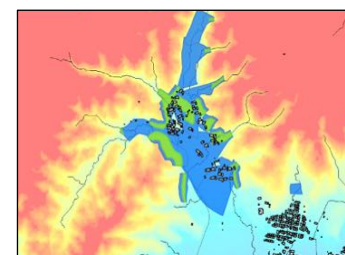


図-3 土砂災害(特別)警戒区域

(2) 土砂災害(特別)警戒区域と累積流量ラスタ

図-3 は、大垣市北部(領域 A)について土砂災害警戒区域(青色)と特別警戒区域(緑色)の指定領域と累積流量ラスタの関係を示したものである。同図から、高低差が大きい中山間地ほど危険な斜面を流下する谷筋の経路(累積流量ラスタ)とその指定区域との対応は明瞭であることがわかる。なお、地形から推定される水の流路は推定できるが、谷筋から溢れ出す流れや谷地形が未発達な比較的平滑な斜面地形への土砂流路については、さらなる検討が必要である。

4. おわりに

以上、大垣市を対象として、標高データ(2mDEM)による累積流量ラスタ解析により、洪水時における市街地への流路ベクトルや土砂災害の危険な斜面を流下する谷筋の経路を抽出し、浸水実績や土砂災害(特別)警戒区域などとの対応が示された。避難経路や避難場所の妥当性の判定などに利用することが可能となる。今後は、大垣市について過去の土地利用の変遷を考慮しながら階層化することや、他地域への適用により洪水氾濫(外水・内水)や土砂災害を含めた複合災害を想定した安全度について検討する予定である。

【謝辞】 研究に使用した共有空間データおよび土砂災害危険情報の提供については、岐阜県総務部情報企画課 岐阜県県土整備部砂防課の多大な御協力を得た。最後に記して謝意を表します。

(DEM:©国際航業株式会社, ©株式会社パスコ, ©アジア航測株式会社)

【参考文献】 1)中埜貴元ほか:2013 年伊豆大島で発生した大規模土砂災害に関連した地形解析, 国土地理院時報, No.125, 2014.